

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Beton

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan (*SNI 2847 : 2013*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari.

Beton bertulang adalah beton yang diberi baja tulangan dengan luas dan jumlah tulangan tertentu untuk mendapatkan suatu penampang yang berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja (Hadipratomo. dkk. 1999).

#### 3.2. Beton Serat

Beton serat merupakan bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 mikro meter, dan panjang sekitar 25 mm (Tjokrodimulyo, 1992).

Dalam hal ini serat dapat dianggap sebagai agregat yang bentuknya sangat tidak bulat. Adanya serat mengakibatkan berkurangnya sifat kemudahan dikerjakan dan mempersulit terjadinya segregasi. Serat dalam beton itu berguna untuk mencegah adanya retak-retak, sehingga menjadikan beton serat lebih daktil daripada beton biasa.

Menurut Sjafei (2005), penambahan serat berarti memberi tulangan pada beton yang disebar merata ke dalam adukan beton dengan orientasi acak dengan maksud untuk mencegah terjadinya retakan *micro* pada beton di daerah tarik akibat pengaruh pembebanan, pengaruh susut atau pengaruh panas hidrasi.

Dalam pemakaian beton serat, ada dua istilah yang sering digunakan untuk memudahkan perencanaan dan pengenalan kuantitas dan kualitas yang dihasilkan oleh penambahan serat :

a. *Fiber Volume Fraction (V<sub>f</sub>)*

*Fiber Volume Fraction (V<sub>f</sub>)* adalah persentase volume serat (*fiber*) yang ditambahkan pada setiap volume beton. Dalam kenyataannya, persentase yang digunakan adalah berat seratnya. Ini dapat diketahui dari berat jenis serat.

Umumnya semakin besar *volume fraction (V<sub>f</sub>)* akan meninggikan kualitas beton, tetapi *volume fraction* juga mempengaruhi *workabilitas* adukan beton serat, sehingga *volume fraction* mempunyai nilai yang optimal jika meninjau *workabilitas*-nya.

b. *Fiber Aspec Ratio (l/d)*

*Fiber aspec rasio (l/d)* merupakan rasio antara panjang serat (*l*) dan diameter serat (*d*). Rasio perbandingan panjang dan diameter juga mempengaruhi kekuatan beton serat dan *workabilitas*-nya.

### 3.3. Berat Jenis Beton

Menurut Tjokrodimuljo (1992), jenis-jenis beton dapat dikelompokkan berdasarkan berat jenis beton tersebut. Untuk pengelompokkannya secara jelas dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Berat Jenis Beton dan Aplikasinya

Jenis Beton	Berat Jenis Beton (gr/cm <sup>3</sup> )	Aplikasi
Beton Sangat Ringan	<1.00	Non Struktur
Beton Ringan	1.00-2.00	Struktur Ringan
Beton Normal	2.30-2.50	Struktur
Beton Berat	>3.00	Perisai Sinar

(Tjokrodimuljo, 1992)

### 3.4. Sika ViscoCrete-1003

Sika *Viscocrete-1003* adalah generasi terbaru dari superplasticizer untuk beton dan mortal. Secara khusus dikembangkan untuk produksi beton dengan kemudahan mengalir dan sifat mengalir yang tahan lama serta mengurangi segregasi dan bleeding secara signifikan. Sika *Viscocrete-1003* memberikan pengurangan air dalam jumlah besar, kemudian mengalir sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kohesi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya. Bahan tambah ini tidak mengandung klorin atau bahan-bahan lain yang dapat menyebabkan karat/korosif pada tulangan baja sehingga cocok digunakan untuk beton dengan tulangan atau pra-tekan.

### 3.5. Pengujian Kuat Tekan Beton dan Modulus Elastisitas Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton adalah

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad \text{..... (1)}$$

Keterangan :  $f_c'$  = kuat tekan beton (MPa)  
 $A$  = luas bidang desak benda uji (mm<sup>2</sup>)  
 $P$  = beban tekan (N)

Menurut SK-SNI-T-15-1991-03 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton dan Bangunan Gedung, ayat 3.1.5 halaman 9 dinyatakan nilai modulus elastisitas beton ditentukan dengan nilai  $W_c$  diantara 1500 dan 2500 kg/m<sup>3</sup>, nilai modulus elastisitas beton  $E_c$  boleh diambil sebesar  $(W_c)^{1,5} \times 0,043\sqrt{f_c'}$  (dalam MPa) atau untuk beton normal  $E_c$  boleh diambil sebesar  $4700\sqrt{f_c'}$ .

### 3.6. Kuat Tarik Belah Beton

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan (Ferguson, 1986:11).

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot l} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$f_{ct}$  = kuat tarik belah (MPa)  
 P = beban pada waktu belah (N)  
 d = diameter benda uji silinder (mm)  
 L = panjang benda uji silinder (mm)

### 3.7. Kuat Lekatan Tulangan

Yang dimaksud dengan kuat lekat tulangan adalah kemampuan antara baja tulangan dan beton yang menyelimutinya dalam menahan gaya yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara baja tulangan dan beton (Winter, 1993) dalam Jurnal Sunarmasto (2007).

Pada penggunaan sebagai salah satu komponen bangunan, beton selalu diperkuat dengan batang baja tulangan yang diharapkan baja dan beton dapat bekerja sama dengan baik, sehingga hal ini akan menutup kelemahan yang ada pada beton yaitu kurang kuat dalam menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan.

Kuat lekat beton sangat dipengaruhi oleh daya alir beton segar, semakin tinggi faktor air semen akan meningkatkan kelecakan dan daya alir beton segar sehingga beton dapat menyelimuti permukaan tulangan secara sempurna (Fu dan Cheng, 1997) dalam Jurnal Musthofa (2012).

Beton bertulang dapat berfungsi sebagai bahan komposit dengan baik jika diusahakan supaya terjadi penyaluran gaya yang baik dari satu bahan ke bahan yang lain.

Menurut Subakti (1990 : 219) dalam Jurnal Afifuddin dan Abdullah (2013) , agar beton bertulang menjadi suatu struktur komposit yang efektif, maka harus ada lekatan antara baja dan beton. Anggapan awal kuat lekat antara baja dan beton disebabkan geseran dan lekatan antara beton dan tulangan, adhesi kimia serta hubungan mekanis antara beton dan baja. Walaupun demikian, lekatan sulit untuk diukur karena mempunyai banyak variabel yang mempengaruhi.

Tegangan lekat (*bond strength*) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\tau = \frac{P}{\pi \times d \times ld} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:  $\tau$  = Tegangan Lekat (MPa)  
 $P$  = Beban Tarik (N)  
 $d$  = Diameter Tulangan (mm)  
 $ld$  = Panjang Penyaluran (mm)

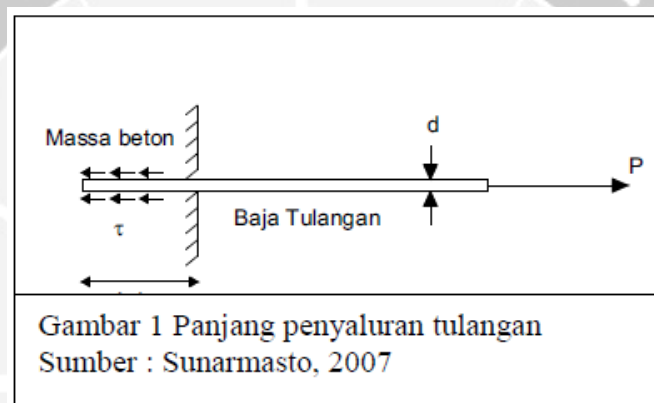
*Bond Strength* tercapai bila salah satu dari hal berikut terjadi:

1. Benda uji retak/hancur dan beban yang diberikan menjadi nol.
2. Titik leleh dari baja tercapai berdasarkan perhitungan perpanjangan baja.
3. Slip yang timbul antara baja dan beton pada saat pembebanan sebesar 2,5 mm.

Namun biasanya jarang terjadi slip sebesar 2,5 mm. Ini dikarenakan sebelum slip mencapai 2,5 mm beton terlebih dahulu hancur

Penelitian ini lebih memfokuskan tegangan lekat maksimum terjadi pada saat benda uji pada pengujian *pull-out* mengalami retak belah/hancur.

Berdasarkan Nawy (2008 : 402) dalam Jurnal Afifuddin dan Abdullah (2013), percobaan *pull out* dapat memberikan perbandingan yang baik antara efisiensi lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (*embedment length*).



### 3.8. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Lekatan Tulangan

Tulangan dipengaruhi oleh kuat tekan dan kuat tarik beton, susut dan gejala *bleeding* pada beton, faktor air semen, kelecakan dan *flowability* beton segar serta diameter dan bentuk permukaan tulangan.

Nawy (1990), secara umum mengatakan tegangan lekat antara beton dan tulangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

#### 1. Adhesi

Adhesi merupakan ikatan kimiawi yang terbentuk pada seluruh bidang kontak antara beton dan tulangan akibat adanya proses reaksi pengerasan semen.

#### 2. Friksi

Friksi merupakan tahanan geser terhadap gelinciran dan saling mengunci pada saat elemen penguat atau tulangan mengalami tegangan tarik. Mekanisme ini terbentuk karena adanya permukaan yang tidak beraturan pada bidang kontak antara beton dan tulangan.

### 3. *Interlocking*

Mekanisme ini terbentuk karena adanya interaksi antara ulir atau tonjolan tulangan (*rib*) dengan matriks beton yang ada di sekitarnya, mekanisme ini sangat bergantung pada kekuatan, dan kepadatan material beton, geometri dan diameter tulangan.

### 4. *Gripping*

Efek memegang (*gripping*), akibat susut/pengeringan beton di sekeliling tulangan.

### 5. Efek kualitas beton

Kualitas beton meliputi kuat tarik dan kuat tekan. Akibat desakan oleh tegangan radial, beton mengalami tegangan tarik keliling, jika tegangan tarik ijin beton terlampaui maka akan mengakibatkan retak belah.

### 6. Efek mekanisme penjangkaran ujung tulangan

Efek penjangkaran dapat berupa panjang lewatan/tanam, bengkokan tulangan dan persilangan tulangan.

### 7. Diameter, bentuk dan jarak tulangan

Diameter, bentuk dan jarak tulangan (kesemuanya) mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan retak radial, Diameter tulangan terlalu kecil akan mengakibatkan keruntuhan putus pada tulangan karena kuat lekatnya jauh lebih



tinggi dari pada kuat putus baja atau tulangnya, sedangkan diameter terlalu besar akan mengakibatkan keruntuhan slip, karena kuat tarik baja atau tulangan jauh lebih besar dari pada kuat lekatnya sehingga akan terjadi slip yang didahului oleh retak belah yang sangat cepat. Bentuk tulangan polos keruntuhan akan berupa slip karena kuat lekat beton sangat kecil, sedangkan bentuk tulangan ulir akan mengalami keruntuhan belah. Jika jarak tulangan terlalu dekat bila dibandingkan dengan selimut beton, maka akan terjadi keruntuhan belah.

#### 8. Selimut beton

Selimut beton yang tidak mencukupi untuk mengakomodasi tegangan tarik keliling akan mengakibatkan retak belah yang selanjutnya mengakibatkan kehancuran belah.

#### 9. Korosi

Karat atau korosi pada tulangan akan mengakibatkan menurunnya adhesi, *gripping*, dan friksi antara beton dan tulangan sehingga mengurangi kuat lekat.